

Д.М. Копитков, Г.О. Самчук

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ВИКОРИСТАННЯ АНКЕТНИХ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВТОМИ КОРИСТУВАЧІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Проведено аналіз існуючих методів визначення транспортної втоми та здійснено вибір методики для отримання даних щодо зміни стану втоми пасажирів під час переміщення з використанням міського пасажирського транспорту. Обрану методику оцінено з точки зору надійності та валідності та запропоновано соціально-економічну оцінку втрат суспільства від транспортної втоми.

Ключові слова: втома, анкетне опитування, надійність, валідність, коефіцієнт кореляції, ефект.

Постановка проблеми

Міський пасажирський транспорт (МПТ) є однією з основних складових інфраструктури сучасного міста, що визначає його розвиток і забезпечує якість життя його мешканців. Крім загальновідомих переваг, існують і негативні наслідки функціонування МПТ, включаючи забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами, шумове забруднення, дорожньо-транспортні пригоди та транспортну втому. На відміну від перших трьох негативних наслідків, для яких розроблені й затверджені методи оцінки, транспортна втома залишається найменш вивченим результатом роботи МПТ.

Втома – це функціональний стан людини, що супроводжується відчуттям роздратування, слабкості, зниженням працездатності та ефективності будь-якої діяльності, викликаний інтенсивною або тривалою роботою, перебуванням у некомфортних умовах зовнішнього середовища, який поступово припиняється після певного відпочинку або усунення таких умов. Транспортна втома може бути фізичною (м'язовою) та психічною – зоровою, слуховою, сенсорною, емоційною тощо, які можуть бути викликані некомфортним перебуванням у переповненому салоні транспортного засобу під час подорожі (так звана «давка»), мікрокліматом (вентиляція, освітлення, температура), шумом транспорту, частими прискореннями та уповільненнями, ускладненим входом і виходом, постійною зміною видів міського ландшафту («мерехтіння») і т.д.

Негативними соціально-економічними наслідками транспортної втоми у сферах матеріального та нематеріального виробництва можуть бути зниження продуктивності та якості праці (збільшення браку продукції) робітників,

підвищення рівня виробничого травматизму, професійних захворювань [1], часу адаптації («впрацювання») до робочого середовища [2] та навіть агресії на робочому місці [3]. У повсякденному житті транспортна втома може проявлятися апатією, бездіяльністю, розсіяністю, поганим настроєм, погіршенням пам'яті, зниженням спротиву організму різним захворюванням [4].

Слід зауважити, що в поточний момент актуальність проблеми транспортної втоми підтверджує також інтерес і занепокоєння з боку жителів міст, що стало предметом її обговорення в публікаціях та на форумах, присвячених здоровому способу життя містян, розв'язанню транспортно-планувальних проблем сучасних міст тощо [5-8].

Оскільки, й в теперішній час в більшості країн міський пасажирський транспорт залишається основним засобом поїздки до місця роботи, постає завдання вивчення впливу транспортної втоми на пасажирів як працівників виробничого так невиробничого секторів економіки для її належної оцінки так зменшення вищезазначених негативних наслідків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Зацікавленість у проблемі вивчення транспортної втоми приходиться на кінець 60-х – початок 70-х років минулого століття, коли було експериментально встановлено вплив цього виду втоми на організм людини, що непрямо виражався у результатах її праці та стані здоров'я. Дослідження являли, в основному, констатуючий характер і призвели до виявлення зв'язку між загальним часом поїздки та продуктивністю робітників, якістю їх роботи та днями хвороби на основному виробництві.

Наприклад, такі результати були отримані в результаті досліджень на автомобільному заводі «Sachsenring» в м. Цвікау (Німеччина) [1].

Продуктивність робітників, які мешкали у радіусі 5 км від заводу, була нижчою на 12 % у порівнянні з робітниками, які живуть у межах пішої досяжності та не користувалися жодним транспортом. Це пояснювалося тим, що через втому від поїздок працівники, які приїжджали здалеку, повільно входили в трудовий процес, але раніше починали готуватися до поїздки додому. Крім того, зі збільшенням часу в дорозі прогресивно знижувалась і стійкість організму до шкідливих зовнішніх впливів. Співробітники, які проводили в поїздках більше 1 години, відлучалися від роботи в 1,5-2 рази більше в порівнянні з тими, хто проводив у поїздках до 30 хвилин [1]. Водночас у вуглевидобувних районах Англії досліджувалися матеріали про кількість нещасних випадків і захворювань на вугільних шахтах залежно від віддаленості житла шахтарів від місця роботи. Згідно зібраним даними, загальна кількість нещасних випадків і захворювань на 1000 працюючих за 1 місяць становила: на відстані до 5 км від житла – 91, від 5 до 10 км – 122, понад 10 км – 2411. Підвищення часу трудових поїздок на 10 хвилин понад встановленої межі тривалості поїздок (40 хвилин – для великих і найбільших міст, 30 хвилин – для інших) призводило до зниження продуктивності праці на 3 – 4% [9].

Проведені на підприємствах м. Варшава (Польща) дослідження показали, що «довгі» поїздки в переповненому громадському транспорті призводять до зниження продуктивності праці до 30 % за першу годину роботи і приблизно на 10 % за другу годину [10].

Як видно, вплив транспортної втоми на результати праці був суто специфічною величиною для міста і підприємства. Отже, транспортна втома, виражена як продуктивність праці та виробничі дефекти, не може бути пов'язана лише з часом поїздки, як це в основному наголошувалося у вищезазначених дослідженнях, оскільки інші параметри поїздки (наповненість транспорту, кількість пересадок), характер роботи (складність та інтенсивність), досвід, вік і кваліфікація робітника також мали безсумнівний вплив, але ніяк не досліджувалися.

Найбільш повним дослідженням впливу даного виду втоми, на нашу думку, виявилася робота [11]. Втому було виражено як показник активності регуляторних систем, вимірюваний методами електрокардіографії. Даний показник був функцією параметрів поїздки (час руху, час очікування та наповненість транспортних засобів). Це дало змогу оцінити подальшу зміну (зменшення) продуктивності праці відрядних робітників за допомогою нелінійних регресійних моделей. Далі, виходячи зі зниження продуктивності пасажира-відрядного робітника на основному місці роботи було визначено його

втрачений річний дохід внаслідок транспортної втоми. Проте кількісна оцінка впливу транспортної втоми на працівників невикробничої галузі (наприклад, вчителів, науковців тощо) ніяк не вивчалася.

Потім наведений вище підхід з відповідними уточненнями став основою для прогнозування вибору пасажирів маршруту прямування [12], вибору раціональної місткості транспортних засобів для роботи на маршрутах [13], оцінки втоми пасажирів у приміських поїздках [14] та аналізу функціонального стану користувачів громадського транспорту під час міських подорожей [15].

Дослідження стосовно впливу транспортної втоми на пасажирів, а також станів, що щільно з нею пов'язані або є її прямими наслідками (стрес, напруга, задоволення/незадоволення поїздкою й т.і.), привертати увагу й закордонних дослідників. Автор роботи [16] загалом вважав, що основним показником комфортності міського транспорту є ступінь фізичної та психологічної втоми, завдяки чому розроблено 4 рівні комфорту поїздки. За цією методикою оцінка умов поїздки з точки зору втоми в містах Чехії показала, що більшість пасажирів розглядають своє перебування в міському транспорті як несприятливий і виснажливий стан, що відповідає 3-му (незадовільному) та 4-й (найгіршому) рівням. У [17] оцінено транспорту втому під час стояння, як із вантажем, так і без нього, у переповненому транспортному засобі за допомогою суб'єктивних (самосприйняття та опитування) та об'єктивних (рівень споживання енергії) методів і продемонстровано, що такі умови поїздки дійсно її викликали, але пасажирів за своїми відчуттями були схильні переоцінювати її рівень порівняно зі об'єктивним споживанням енергії. Дослідження [18] надало біваріантну пробіт-модель розумової та фізичної втоми, пов'язаної з поїздкою, і негативного ставлення до поїздок різними видами міського транспорту в бік схилу до поїздок автомобілем. Обстеження [19] встановило статистично значущий негативний зв'язок між тривалістю поїздки та настроєм через зростання втоми та стресу під час тривалих поїздок. Довгі поїздки значно підсилювали втому пасажирів через скупченість і стояння у салоні автобусу. Дослідження у великих містах Гани [20] у вигляді анкетного опитування, також підтвердило припущення щодо негативного впливу транспортного процесу на здоров'я та продуктивність праці пасажирів, коли більше половини опитаних користувачів громадського транспорту відчували втому та депресію після поїздки до місця праці.

Низку праць також присвячено вивченню відчуття задоволення/незадоволення від поїздок міським транспортом, [21–23], де у більшості

пасажирів спостерігалися негативні відчуття через наявність ознак втоми та стресу після поїздки.

Отже, майже всі іноземні дослідження можна охопити загальним висновком, що респонденти, які подорожують у переповненому громадському транспорті, відчули найвищий рівень незадоволення від поїздки на роботу, через надмірне «вторгнення в особистий простір» і тісні, некомфортні умови. Сильний стрес і невдоволення також були більш поширеними серед респондентів, які їздили на роботу і назад, використовуючи так звані «ненадійні» послуги громадського транспорту. Пасажири, які довше чекали на громадський транспорт, також були схильні до більшого стресу та незадоволення.

Незважаючи на безсумнівну цінність всіх вищенаведених досліджень, на наш погляд, їм притаманні деякі недоліки, а саме: вплив втоми оцінюється лише для пасажирів (робітників), результати праці яких можна виміряти кількісно, тоді як для пасажирів, що мають «неробочі» спеціальності така оцінка є неможливою; відсутній єдиний показник транспортної втоми, який би дозволяв провести оцінку її негативного впливу незалежно від приналежності пасажирів як робітників до виробничої або невиробничої галузей економіки; багато авторів, переважно, закордонні, для оцінки втоми використовують такі вирази як «настрій», «задоволеність», «стрес», що мають доволі складне числове та математичне вираження й потребують розробки або використання спеціальних шкал, які, в свою чергу, містять певні елементи суб'єктивності сприйняття цього явища, що може зменшити цінність отриманих результатів.

Доцільно також розглянути й методи дослідження втоми, в тому числі й транспортної. В цілому, будь-який функціональний стан людини, в тому числі і втома, можна виміряти методами об'єктивного (фізіологічного), та суб'єктивного (психологічного) контролю [11, 24, 25]. До методів об'єктивного контролю відносяться інструментальні методи дослідження психічних і фізіологічних процесів. Найпоширенішими інструментальними методами визначення функціонального стану людини є енцефалографія (діяльність мозку), електрокардіографія (діяльність серця), електроміографія (діяльність м'язів), електроспірографія (діяльність легень), шкірно-гальванічна реакція (електрична активність шкіри) і окулографія (активність очей), біохімічний аналіз рідин організму людини [11, 24, 25].

Якщо детальніше розглядати вивчення втоми інструментальними методами, то відомі дослідження щодо варіативності зміни серцевого ритму методами електрокардіографії [11, 26], зміни мозкових струмів методами електроенцефалографії [27], зміни кількості та швидкості рухів зіниці ока методами

окулографії [28], зміни вмісту так званих «біомаркерів» методами біохімічного аналізу у біологічних рідинах людини [29].

Основними перевагами інструментальних методів є об'єктивна і однозначна кількісна оцінка стану для виявлення порушень функціонування організму людини, пов'язаних з причиною порушення (наприклад, втома). До недоліків відносяться: використання досить коштовного обладнання; громіздкі і незручні пристрої (незважаючи на наявні портативні варіанти); спеціальна медична підготовка дослідника для правильного збору та інтерпретації результатів обстеження; відносно малий розмір вибірки (або тривалий час на отримання вибірки потрібного розміру) у порівнянні з анкетним опитуванням.

Суб'єктивні методи оцінки функціонального стану виходять із самоспостереження стану людини або реакції на стан, вираженої за шкалою «(дуже) поганий» - «середній» - «(дуже) хороший». Вважається, що більшість людей можуть самостійно, «зсередини» описати характер та інтенсивність змін у своєму стані (втома, стрес тощо), що можна опосередковано виразити у відповідній анкеті.

Між тим, із загальної психофізіологічної практики слід виділити відомі опитувальники - такі, як шкали впливу втоми (Fatigue Impact Scale, FIS) та модифікована шкала впливу втоми (MFIS). FIS містить 40 тверджень і 3 підшкали, які описують, як втома впливає на когнітивне (10 пунктів), фізичне (10 пунктів) і психосоціальне функціонування (20 пунктів) для оцінки ступеня втоми. На жаль, використання цього опитувальника було обмежено авторами, і є можливим лише після відповідного запиту, його погодження й укладання угоди користувача. MFIS є скороченою версією FIS і складається із 21 або 5 запитань [30], але, на нашу думку, містить занадто загальні питання, які не стосуються проявів втоми як результату функціонування громадського транспорту. Методика списку індивідуальної сили (Checklist of Individual Strength, CIS) [31] вимірює чотири параметри втоми – тяжкість втоми, проблеми з концентрацією, зниження мотивації та активності, і складається з 8 або 21 тверджень, але має суто медичну спрямованість, вважаючи втому лише результатом минулої хвороби.

У сфері міського пасажирського транспорту дослідники часто використовують метод анкетного опитування для виявлення як безпосередньо втоми, так і споріднених до неї станів після здійснення поїздки – самопочуття, активності, трудової мотивації, настрою, задоволення/незадоволення від поїздки тощо [17–19]. Результатом застосування анкетних методів вивчення транспортної втоми, а також станів, щільно з нею пов'язаних, є отримання

математичних моделей (передусім, регресійних), що демонструють, як й зазначалося раніше, стійкий зв'язок між станом пасажирів та умовами поїздки. Але результати цих досліджень мають доволі вузьку спрямованість, й не дозволяють безпосередньо оцінити, наприклад, економічні збитки від наявності такого стану у пасажирів як робітників матеріальної, так і нематеріальної галузей виробництва.

До анкетних методів вивчення функціонального стану також можна віднести спостереження за показниками успішності трудової діяльності. Ця група показників включає динаміку обсягу, якості та швидкості роботи, а також пов'язаний з ними відповідний опис функціонального стану. Це відомі корекційний тест Бурдона, метод підрахунку Крепеліна, метод таблиць Шульте та метод елементарного шифрування П'єрона-Рузера тощо [24]. В той же час, їх використання обмежено тим, що методика є, скоріше, медичними, й також ніяк не пов'язані з функціонуванням міського пасажирського транспорту.

Формулювання мети статті

Мета дослідження – розробка та оцінка методики визначення транспортної втоми за допомогою анкетного опитування.

Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити наступні завдання:

- вибір методики опитування для отримання статистичних даних про стан людини;
- проведення експериментальних досліджень для виявлення зміни втоми в міському транспорті;
- оцінка надійності та валідності методики анкетного опитування.

Виклад основного матеріалу

Після аналізу наявних анкетних методик нами було обрано підхід, викладений у [24]. Детальний опис модифікованої анкети, придатної, на наш погляд, для вивчення транспортної втоми пасажирів наведено у [32].

Кількісний результат методики може бути представлений у вигляді середнього арифметичного значення. Середній бал анкети дорівнює 4 балам (респондент обрав усі «0» ранги). Середні оцінки від 1 до 3,0 балів свідчать про незадовільний функціональний стан людини; оцінки від 3,1 до 4,9 демонструють задовільний або середній стан респондента; бали від 5 до 7 вказують на добрий функціональний стан респондента.

Таким чином, в анкеті є два показники втоми – середній бал функціонального стану і час адаптації. Це необхідно для оцінки щільності зв'язку між функціональним станом людини (вираженим у балах) і часом адаптації, що дозволить оцінити якість анкетного опитування та точність заповнення анкети.

Отже, до пробного дослідження було залучено 16 респондентів, які належали до різних верств населення у віці від 18 до 60 років, що щоденно користуються громадським транспортом для поїздки на навчання чи роботу до міста Харкова. Протягом 5 робочих днів було отримано пробну вибірку з 80 анкет для оцінки функціонального стану людини після поїздки міським транспортом. На жаль, карантинні обмеження й зменшення ділової активності населення протягом 2021 року не дозволили забезпечити отримання необхідної кількості анкет, що складає 300–400 одиниць.

Приклад заповненої анкети, адаптованої до процесу міських пасажирських перевезень, наведено на рис. 1. Відповідно до анкети, респондент віком 42 роки переміщувався автобусом, час переміщення склав 35 хвилин, час на пристосування до умов роботи (адаптації) склав 15 хвилин, середній бал функціонального стану дорівнював 3,2, що дозволяє оцінити його стан як задовільний.

АНКЕТА З ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ПАСАЖИРА

Будь ласка, заповнити цю анкету після прибуття до Вашого робочого місця

Дата заповнення: 5.10.2021

Час заповнення: 8 год 55 хв.

Вік: 42 роки

Вид(и) міського пасажирського транспорту, яким Ви користувалися для подорожі:
 Автобус Трасеобус Трамвай Метрополітен

Загальний час поїздки: 35 хв.

Кількість пересадок протягом поїздки: 1

Наповнення салону пасажирського транспортного засобу протягом поїздки*: 4 бали; ____ бали; ____ бали
 * 1 – в салоні є вільні місця для сидіння; 2 – в салоні зайняті всі місця для сидіння; 3 – в салоні зайняті всі місця для сидіння, але пасажирі в проході стоять вільно; 4 – місця в транспортному засобі використано повністю, пасажирі у салоні стоять у обмеженому стані; 5 – транспортний засіб переповнений, частка пасажирів залишилася на зупинці.

Запас часу перед початком роботи: 5 хв.

Потрібний Вам час адаптації на робочому місці*: 15 хв.

* – час адаптації на робочому місці є часом, протягом якого відбувається пристосування організму людини до умов навколишнього (робочого) середовища; протягом цього часу можуть спостерігатися або відчуватися симптоми втоми: нудота, головний біль, роздратованість, порушення уваги, апатія; небажання спілкуватися з колегами або підлеглими; небажання виконувати професійні обов'язки; неспроможність утримати результат (для більш детального опису стану див. анкету).

Будь ласка, зазначте, у хвилини, тривалість такого пристосування, якщо Ви його відчуваєте після зайняття поїздки до роботи з використанням міського пасажирського транспорту.

Будь ласка, зазначте ваш частковий функціональний стан після прибуття до Вашого робочого місця. Значення, розташовані на шкалі зліва від 0, свідчать про добрий (позитивний) стан; значення, розташовані на шкалі справа від 0, свідчать про поганий (негативний) стан.

Мітання	Позитивна шкала	Нейтральна шкала	Негативна шкала
1	Самочуття добре	2 2 1 0 0 2 3	Самочуття погано
2	Виглядаю себе сильним	3 2 1 0 0 2 3	Виглядаю себе слабким
3	Активний	3 2 1 0 0 2 3	Пасивний
4	Решливий	3 2 1 0 0 2 3	Малорешливий
5	Веселий	3 2 1 0 0 2 3	Сумний
6	Добрий настрій	3 2 1 0 0 2 3	Погорий настрій
7	Продуктивний	3 2 0 0 1 2 3	Роботний
8	Спокійний	3 2 1 0 0 2 3	Зав'язаний
9	Позитивний	3 2 1 0 0 2 3	Негативний
10	Дієльний	3 2 1 0 0 2 3	Величезний
11	Підсвідомий	3 2 1 0 0 2 3	Навчений
12	Життєрадісний	3 2 1 0 0 2 3	Позурний
13	Розрадісний	3 2 1 0 0 2 3	Напружений
14	Заряджений	3 2 1 0 0 2 3	М'який
15	Зацікавлений	3 2 1 0 0 2 3	Відлюдний
16	Замислений	3 2 0 0 1 2 3	Спокоєний
17	Навчаний	3 2 1 0 0 2 3	Апатичний
18	Надійний	3 2 1 0 0 2 3	Сумний
19	Майстерничий	3 2 1 0 0 2 3	Промисловий
20	Смілий	3 2 1 0 0 2 3	Виснажений
21	Задуманий	3 2 0 0 1 2 3	Спокоєний
22	Бажаний	3 2 1 0 0 2 3	Бажаний
23	Спокоєний	3 2 0 0 1 2 3	Замислений
24	Оптимістичний	3 2 1 0 0 2 3	Песимістичний
25	Витривалий	3 2 1 0 0 2 3	Легко втомлюється
26	Висловий	3 2 1 0 0 2 3	М'який
27	Душевний	3 2 1 0 0 2 3	Душевний
28	Уважний	3 2 1 0 0 2 3	Розсіяний
29	Спокоєний	3 2 0 0 1 2 3	Розумовий
30	Замислений	3 2 1 0 0 2 3	Незамислений

Визначив середнього ритму (частота пульсу) після зайняття поїздки: 87 (швидкість середнього ритму не слід проводити мірну після зайняття поїздки, а доцільно виміряти через 5 – 7 хвилин, коли він повернеться до своїх середніх значень після короткочасного навантаження (шаркрав, піший підхід від зупинкового пункту до місця призначення, підйом сходинами у будівлі).

Рис. 1 Приклад анкети з вивчення транспортної втоми пасажирів

Незважаючи на вищезгадану універсальність і послідовні результати, заявлені авторами [24], наведена методика не може бути однозначно визнана остаточною та надійною, й потребує перевірки на надійність та валідність методами математичної статистики [33].

Надійність тесту (анкети) – це властивість тесту давати подібні результати за різних умов. Надійність

може визначатися одним з трьох методів: 1) метод «паралельних форм»; 2) метод «розщеплення» тесту; 3) метод повторного тестування («ретест»). Показником надійності у даному випадку є кореляція результатів анкетування, отриманих в межах кожного методу. Величина коефіцієнту кореляції, що є не меншою 0,8, вважається за задовільну [33].

Перший метод розглядається як найнадійніший, однак, має суттєвий недолік. Вкрай складно створити тести, які є паралельні й за змістом, й за результатами. Другий метод передбачає поділ отриманих результатів на дві групи. Наприклад, у першу входять результати за парними завданнями, у другу – результати за непарними. Однак, такий способом також є важким у застосуванні, оскільки в даному випадку порушує цілісність анкети та її розуміння учасниками опитування. Третій метод уявляється нам найбільш придатним, оскільки передбачає використання тієї ж анкети через певний проміжок часу. Наприклад, можливо провести дослідження впливу транспортної стомлюваності з тими ж самими учасниками обстеження протягом двох тижнів, та потім оцінити кореляцію результатів.

Отже, оцінка надійності тесту відбувається з розрахунку кореляції між двома наборами результатів (час адаптації або бал функціонального стану), отриманих протягом двох обстежень. Результати оцінки якості анкети методом повторного тестування наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати оцінки надійності анкети

Обстеження №1			Обстеження №2		
№ анкети	Час адаптації, хв.	Середня бальна оцінка стану пасажирів	№ анкети	Час адаптації, хв.	Середня бальна оцінка стану пасажирів
1	12	4	1	15	4
2	15	3,9	2	12	4
3	20	3,6	3	14	3,9
4	10	4,6	4	8	4,7
5	16	3,9	6	14	4,1
...
80	25	3,5	80	20	3,8
Щільність зв'язку між часом адаптації та бальною оцінкою в межах обстеження №1		-0,87	Щільність зв'язку між часом адаптації та бальною оцінкою в межах обстеження №2		-0,81
Щільність кореляційного зв'язку між часом адаптації обстеження 1 та обстеження 2			0,83		
Щільність кореляційного зв'язку між бальною оцінкою стану пасажирів обстеження 1 та обстеження 2			0,85		

Як видно з таблиці 1, за результатами кореляційного аналізу отримані дані демонструють доволі високий ступінь зв'язку, що свідчить про прийнятну надійність анкети.

Другим показником якості тесту чи анкети є валідність. Валідність характеризує придатність тесту для вимірювання певної величини, в нашому випадку це – середній бал анкети, що визначає функціональний стан пасажирів після здійснення поїздки. Для визначення валідності потрібне застосування незалежного зовнішнього критерію. Їм може бути, наприклад, експертна оцінка результатів анкетування або застосування інструментальних методів для виявлення об'єктивного функціонального стану респондента. Оскільки транспортна втома є частково суб'єктивним показником, то використання методів експертної оцінки, які також містять елемент упередженості, є недоцільним. Найбільш дійовим, на нашу думку є використання сучасних інструментальних методів, що докорінно відрізняються від наведених вище. Відомо, що втома, незалежно від джерела її виникнення, має щільний зв'язок з функціонуванням різних органів людини, передусім, серця [34]. Відносні зміни у бік збільшення (переважно) або зменшення частоти серцевих скорочень в залежності від функціональних особливостей організму можуть сягати 20 – 50 % [35]. Висновок про ступінь розвитку втоми ґрунтується на основі величини пульсу, зареєстрованого в результаті проведення обстеження, та його порівняння з контрольними значеннями, виходячи з загальнопопуляційних даних з урахуванням статі та віку респондента [36]. Відповідно до рекомендацій з пульсового виявлення втоми [37], значення серцевого ритму в межах 60-80 ударів на хвилину розглядаються як умовна норма і не інтерпретуються як ознаки втоми; значення пульсу в межах 80-89 ударів свідчать про наявність низького ступеня; 90-99 ударів – середнього ступеня, 100 ударів і вище – високого ступеня втоми.

Для виміру серцевого ритму самим респондентом існує велика кількість зручних та безкоштовних Андроїд-застосунків [38], які дозволяють здійснювати вимірювання за будь-яких умов, зберігати, аналізувати та усереднювати отримані значення й т.і. за допомогою власного стільникового телефону. Оскільки в даному випадку метою виміру пульсу не є встановлення кінцевого діагнозу чи призначення лікування, доцільність використання саме телефону замість громіздкого та коштовного медичного обладнання підтверджується низкою досліджень, наприклад [39], у якому автори перевірили значну кількість мобільних програм-застосунків, що використовують вбудовані датчики

телефону і пропонують різні діагностичні медичні функції, і дійшли висновку про їх застосовність для вивчення певних станів здоров'я людини. Таким чином, порівняння бальної оцінки анкети (й часу адаптації для підсилення результатів кореляційного аналізу), що характеризує ступінь транспортної втоми і визначається безпосередньо пасажиром, та величини серцевого ритму, отриманого за допомогою такого застосунку, дозволить встановити ступінь відповідності зазначених даних і об'єктивного функціонального стану організму пасажирів після здійснення поїздки. Критерієм щільності зв'язку у даному випадку є також коефіцієнт кореляції між зазначеними показниками.

Вимір серцевого ритму не слід проводити відразу після здійснення переміщення, а доцільно виконати через 5 – 7 хвилин після прибуття до мети переміщення, коли він повертається до своїх середніх значень після можливих короточасних навантажень, що виникли при переміщенні (наприклад, піший підхід від зупиночного пункту до місця призначення, підйом сходами у будівлі й т.і.). В той же час, втома, якщо вона дійсно виникла внаслідок переміщення, може зберігати негативний вплив на серце до кількох годин в залежності від віку, стану організму пасажирів перед здійсненням поїздки, тривалості чинників, що її викликали, та ін. [34]. Отже, при проведенні другої частини анкетного обстеження респонденти також здійснювали вимір частоти серцевого ритму (пульсу) за допомогою застосунку Heart Rate Monitor [40] відповідно до вищенаведених рекомендацій. Приклад цих даних до анкети наведено на рис. 1. Результати оцінки валідності анкетного опитування наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Результати оцінки валідності анкети

Обстеження №2			
№ анкети	Час адаптації, хв.	Середня бальна оцінка стану пасажирів	Частота серцевого ритму, уд./хв.
1	15	4	83
2	12	4	79
3	14	3,9	88
4	8	4,7	73
6	14	4,1	89
...
80	20	3,8	93
Щільність кореляційного зв'язку між часом адаптації та частотою серцевого ритму			0,88
Щільність кореляційного зв'язку між середньою бальною оцінкою пасажирів та частотою серцевого ритму			-0,81

Як видно з таблиці 2, за результатами кореляційного аналізу отримані дані демонструють доволі високий ступінь зв'язку, що є не меншим 0,8, й дозволяє стверджувати про достатню валідність анкети.

Для визначення властивостей досліджуваного об'єкта важливим стає відшукування закону розподілу випадкової величини. Закон розподілу випадкової величини – аналітичний опис розподілу ймовірностей випадкової величини, отриманий на основі теоретичних уявлень про його властивості. Для виявлення такого закону за результатами спостереження за поведінкою випадкової величини, оцінюються один або кілька числових параметрів. Перевіряючи статистичну гіпотезу про відповідність спостережуваних даних деякому закону розподілу, можна зробити певні висновки про властивості досліджуваного об'єкта. Найбільш прийнятні результати спостерігалися за нормальним законом розподілу, оскільки за *p*-статистикою з імовірністю 0,78 гіпотеза про нормальний закон розподілу може бути прийнятою. Результати підбору закону розподілу часу адаптації у середовищі Statistica 10 подано на рис. 2.

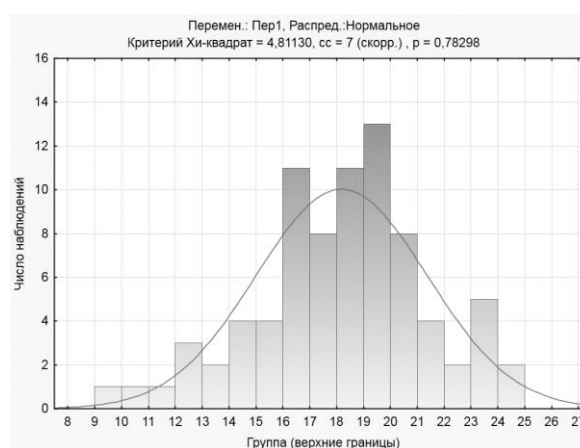


Рис.2. Вибір закону розподілу випадкової величини

У випадку, коли гіпотезу про нормальний закон розподілу досліджуваної величини може бути прийнято, репрезентативний (статистично обґрунтований) обсяг вибірки розраховується за залежністю [41]:

$$n = \frac{t^2 \cdot \sigma^2}{((1 - \beta) \cdot X)^2}, \quad (1)$$

де *t* – показник кратності середньоквадратичного відхилення, *t* = 1,96;

σ – середньоквадратичне відхилення часу адаптації, σ = 3,18 хв.;

β – рівень довірчої ймовірності, β = 0,95;

\bar{X} – середнє значення часу адаптації, $\bar{X} = 18,2$ хв.

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 3,18^2}{(1 - 0,95) \cdot 18,2^2} = 47.$$

Отже, виходячи з вищенаведених статистичних характеристик – середнього часу адаптації та середньоквадратичного відхилення, фактичний обсяг вибірки, який дорівнює 80 спостережень, можна вважати за достатній. Отримане середнє значення часу адаптації також має бути перевірене на статистичну значущість та не випадковість за залежністю [42]

$$t_{\text{пор}} = \frac{\bar{X}}{\frac{\sigma}{\sqrt{n-2}}}, \quad (2)$$

де \bar{X} – середнє значення часу адаптації, $\bar{X} = 18,2$ хв;

n – обсяг вибірки, $n = 80$ од.

$$t_{\text{пор}} = \frac{18,2}{\frac{3,18}{\sqrt{80-2}}} = 6,57.$$

В той же час, табличне значення критерію Стьюдента для (0,05;78) складає 1,99. Таким чином, враховуючи достатній обсяг вибірки та статистичну оцінку середнього часу адаптації пасажирів на робочому місці, такий час можна вважати за статистично значущий і не випадковий, й використовувати у подальших розрахунках.

Вище наведено показники транспортної втоми, що виражаються у зниженні продуктивності, відсотку виробничого браку, кількості лікарняних, допустимому рівні вібрації автомобіля та суб'єктивних відчуттях пасажирів (агресії, стресу, задоволеності або незадоволеності поїздкою тощо). Однак, як зазначалося раніше, продуктивність або виробничі дефекти були застосовні тільки до робітничих професій з кількісним виміром результату праці і не підходили для професій, в яких відсутня однозначна кількісна оцінка результатів праці (наприклад, вчитель, інженер, програміст, науковець тощо). Загалом усі представлені показники були різними за своєю природою, що ускладнювало комплексну соціально-економічну оцінку транспортної втоми.

Таким чином, ми вважаємо, що використання часу адаптації на робочому місці є універсальним показником втоми працівників від поїздок усіх сфер економіки. Адаптація – це час пристосування

організму людини до виробничого (або іншого) середовища. Передбачається, що чим довшим є час адаптації, тим більшою є втома пасажирів після поїздки. Цей час є непродуктивним і його слід по можливості виключити або скоротити, оскільки це частина робочого часу на основному робочому місці, протягом якого працівник «впрацьовується» у навколишнє середовище і не може належним чином виконувати свої обов'язки.

Як вже зазначалося, з «виробничої» точки зору цей час може проявлятися у вигляді зниження продуктивності, якості праці, ігнорування трудових обов'язків або повного небажання їх виконувати тощо, з «соціальної» – у вигляді агресії, дратівливості, професійних захворювань, травм тощо. Це стосується як виробничих, так і невиробничих сфер і, на нашу думку, будучи вираженим у вартісному вигляді, завдає суттєвих соціально-економічних збитків як працівникові, так й державі.

Таким чином, економічні втрати суспільства від наявності непродуктивного часу адаптації пасажирів на робочому місці, який й характеризує транспортну втому

$$B_e = \bar{t} \cdot C_{\text{год.}} \cdot Q \cdot d, \quad (3)$$

\bar{t} – середній час адаптації пасажирів на робочому місці, хв.

$C_{\text{год.}}$ – середня годинна заробітна платня пасажирів як робітників галузі матеріального або нематеріального виробництва, грн/год.

Q – річний обсяг перевезень пасажирів у місті, пас.

d – орієнтовна частка поїздок до місць прикладення праці у загальній структурі поїздок, $d = 0,6$.

Висновки

Представлений анкетний підхід дає змогу знайти величину транспортної втоми, виражену як у балах, так і в універсальному показнику – часі адаптації пасажирів на робочому місці.

Використання показника «час адаптації на робочому місці» дозволяє визначити транспортну втому незалежно від галузі матеріального чи нематеріального виробництва, до якої пасажирів мають бути віднесені як працівники. В межах дослідження, проведеного у м. Харків, для обсягу вибірки 80 спостережень середній час адаптації склав 18,2 хвилини, який за критерієм Стьюдента є статистично значущим та не випадковим.

Значення часу адаптації як показника транспортної втоми може бути використано для

вибору типу та кількості рухомого складу на маршрутах, інтервалів його руху, що є напрямком подальших досліджень.

Подальшими напрямками дослідження є також покращення якості опитування шляхом збільшення обсягу вибірки та розповсюдження анкет у містах для виявлення стійких тенденцій у формуванні транспортної втоми пасажирів.

Література

1. Михайлов А.С. Управление рынком перемещений городского населения / Михайлов А.С. – Алматы: НИЦ «Гылым», 2003. – 237 с.
2. Kopytkov D. Determination of the passenger transport fatigue in urban mass transportation / D. Kopytkov, O. Levchenko, O. Rossolov, G. Samchuk // Комунальне господарство міст. – 2018. – Вип. 7 (146). – С. 2–11.
3. Hennessy D.A. The impact of commuter stress on workplace aggression / D. A. Hennessy // Journal of Applied Social Psychology. – 2008. – Vol. 38 (9) – P. 2315–2335.
4. Schutte P. Travel, fatigue and work. – Режим доступу: https://www.occhealth.co.za/?/download/articles_163_662/OcDoc_01092007_1202_Travel_Schutte.pdf
5. Транспортна втома не міф! – Режим доступу: <https://medukrok.ru/rizne/19472-transportna-vtoma-ne-mif.html>
6. Транспортная усталость: 5 советов, как с ней бороться. – Режим доступу: <https://eva.ru/ozdorovie/transportnaya-ustalost--5-sovetov-kak-s-nej-borot-sya>
7. Транспортная усталость. – – Режим доступу: <https://stroymanager.livejournal.com/371392>
8. Экономика транспортной системы. – Режим доступу: <https://mymaster.livejournal.com/307706.html>
9. Економічна оцінка транспортної втоми. – Режим доступу: <http://surl.li/dcqjtj>
10. Транспорт, несущий "золотые яйца". – Режим доступу: <https://rus.delfi.lv/archive/transport-nesuschij-zolotyue-yajca.d?id=16787721&all=true>
11. Доля В. К. Пасажирські перевезення / В. К. Доля. – Харків: Форт, 2015. – 504 с.
12. Фалецкая, Г.И. Вероятность выбора пассажирами пути следования при городских пассажирских перевозках / Г. И. Фалецкая // Коммунальное хозяйство городов. – Вип. 81. – 2008. – С. 316 – 321.
13. Понкратов Д. П. Вибір пасажиромісткості транспортних засобів для роботи на міських маршрутах / Д. П. Понкратов, Г. І. Фалецька, А.Т. Пінія // Комунальне господарство міст. – 2014. – Вип. 116. – С. 93 – 96.
14. Григорова Т. Моделирование транспортной втоми пассажиров в приміському сполученні / Т. Григорова, Ю. Давидич, В. Доля // Міжнародний журнал автоматизації, управління та інтелектуальних систем. – 2015. – Том 1 (2). – С. 47–50.
15. Григорова Т. Оцінка впливу некомфортних умов перевезення на зміну транспортної стомлюваності пасажирів / Т. Григорова, Ю. Давидич, В. Доля // Вісник НТУ «ХП». – 2015. – №11 (1120). – С. 140 – 145.
16. Cibulka J. Kvalita osobni dopravy ve městech / J. Cibulka. – Praha: Znalost, 1983. – 237 с.
17. Jian A. Measurement of Travel Fatigue: Objective Monitoring and Subjective Estimation / A. Jian, U. Nobuhiro, X.G. Yang // Journal of the Transportation Research Board. – 2011. – Vol. 2216 (1). – P. 157 – 164.
18. Mokhtarian P.L. What makes travel pleasant and/or tiring? An investigation based on the French National Travel Survey / P.L. Mokhtarian, F. Papon, M. Goulard, M. Diana // Transportation. – 2015. – No. 42 (6). – P. 1103 – 1128.
19. Morris E. Are we there yet? Trip duration and mood during travel / E. Morris, E. Guerra // Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. – 2015. – Vol. 33. – P. 38 – 47.
20. Adjirackor T. Effects of Vehicular Traffic on Employee: A Case of Scancom Ghana Limited / T. Adjirackor // Elixir Human Resources Management. – 2015. – No. 89. – P. 36916 – 36924.
21. De Vos J. How satisfying is the scale for travel satisfaction / J. De Vos, T. Schwanen, V. Van Acker, F. Witlox. // Transport. Res. Part F: Traffic Psychol. Behav. – 2015. – №29. – P. 121 – 131.
22. De Vos J. Travel mode choice and travel satisfaction: bridging the gap between decision utility and experienced utility / J. De Vos, P. Mokhtarian, T. Schwanen, V. Van Acker // Transportation. – 2016. – No. 43. – P. 771 – 796.
23. Ettema D. How in-vehicle activities affect work commuters' satisfaction with public transport / D. Ettema, M. Friman, T. Gärling, L. Olsson. // J. Transp. Geogr. – 2012. – №24. – P. 215 – 222.
24. Zinchenko V. P. The psychometric of fatigue / V.P. Zinchenko, A.B. Leonova, Yu.K. Strelkov. – London: Taylor & Francis, 1985. – 116 p.
25. Давидіч Ю. О. Розробка розкладу руху транспортних засобів при організації пасажирських перевезень / Ю. О. Давидіч. – Харків: ХНАМГ, 2010. – 345 с.
26. Mashino M. A Study on Ride Comfort Control Method Using Heart Rate Variability in Consideration of the Physiological State / M. Mashino, T. Narita, H. Kato // Proc. Schl. Eng. Tokai Univ. – 2015. – №40. – P. 83 – 88.
27. Koizumi T. Evaluation of ride comfort by using brain waves / T. Koizumi, N. Tsujiuchi, A. Kondo // Conference Proceedings of the Society for Experimental Mechanics Series. – Режим доступу: <http://toc.proceedings.com/00102webtoc.pdf>
28. Vetturi D. Use of eye tracking device to evaluate the driver's behaviour and the infrastructures quality in relation to road safety / D. Vettury, M. Tiboni, G. Maternini, M. Bonera. – Transportation Research Procedia. – 2020. – No. 45(4). – P. 587 – 595.
29. Fukuda S. A potential biomarker for fatigue: Oxidative stress and anti-oxidative activity / S. Fukuda, J. Nojima, Yu. Motoki, K. Yamaguti, Ya. Nakatomi // Biological Psychology. – 2016. – Vol. 118. – P. 88 – 93.
30. Understanding the Modified Fatigue Impact Scale. – Режим доступу: <https://www.healthline.com/health/modified-fatigue-impact-scale>
31. Worm-Smeitink M. The assessment of fatigue: Psychometric qualities and norms for the Checklist individual strength / M. Worm-Smeitink, M. Gielissen, L. Bloot, H. van Laarhoven, B. van Engelen, P. van Riel, G. Bleijenberg, S. Nikolaus, H. Knoop // Journal of Psychosomatic Research. – 2017. – Vol. 98. – P. 40 – 46.
32. Kopytkov D. Statistical assessment of the questionnaire survey quality for transport fatigue in urban passenger transportation / D. Kopytkov, G. Samchuk // Комунальне господарство міст. – 2020. – Вип. 6 (159). – С. 147 – 152.
33. Лактионов А.Н. Основы психодиагностики, психометрии и тестологии / А.Н. Лактионов, Е.Л. Луценко. – Х.: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2006. – 64 с.
34. Nelesen R. The Relationship Between Fatigue and Cardiac Functioning / R. Nelesen, Ya. Dar, K. Thomas, Joel E. Dimsdale // Arch. Intern. Med. – 2008. – No. 168(9) – Режим

доступу:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2633298/>

35. Conrad Stöppler M. *Fatigue And Rapid Heart Rate (Pulse)* / M. Conrad Stöppler. – Режим доступу: https://www.medicinenet.com/fatigue_rapid_heart_rate/multisymptoms.htm

36. *Heart Health: What Is a Healthy and Normal Heart Rate for My Age?* – Режим доступу: https://www.onhealth.com/content/1/normal_healthy_heart_rate_charts_heart

37. Пульсовая диагностика профессионального утомления. – Режим доступу: <https://www.trudcontrol.ru/press/publications/14962/pulsovaya-a-diagnostika-professionalnogo-utomeniya>

38. *Top 10 Best Heart Rate Apps in 2021.* – Режим доступу: <https://www.affde.com/en/best-heart-rate-monitor-apps.html>

39. Straczekiewicz M. *A systematic review of smartphone-based human activity recognition methods for health research* / M. Straczekiewicz, P. James, J-P Onnela // *NPJ Digital Medicine.* – 2021. – No. 4 (148). – Режим доступу: <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00514-4>

40. *Heart Rate Monitor.* – Режим доступу: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.repsi.heart_rate&hl=en_US&gl=US 31

41. Мармоза А.Т. *Теорія статистики / А.Т. Мармоза.* – К.: Центр учбової літератури, 2013. – 592 с.

42. Фёрстер Э. *Методы корреляционного и регрессионного анализа / Э. Фёрстер, Б. Рёнц.* – М.: Финансы и статистика, 1983. – 303 с.

References

- Mikhailov, A.S. (2003). Urban mobility market management. *Almaty: Research Center «Gylym»*, 237 p.
- Kopytkov, D., Levchenko, O., Rossolov, O., & Samchuk, G. (2018). Determination of the passenger transport fatigue in urban mass transportation. *Municipal economy, of cities, 7 (146)*, 2–11.
- Hennessy D.A. (2008). *Journal of Applied Social Psychology*, 38 (9), 2315–2335.
- Schutte P. (2007). Travel, fatigue and work. – Retrieved from: https://www.occhealth.co.za/?/download/articles_163_662/OcDoc_01092007_1202_Travel_Schutte.pdf
- Travel fatigue is not a myth! Retrieved from: <https://medukrok.ru/rizne/19472-transportna-vtoma-nemif.html>
- Transport fatigue: 5 tips on how to deal with it. Retrieved from: <https://eva.ru/o-zdorovie/transportnaya-ustalost--5-sovetov-kak-s-nej-borot-sya>
- Travel fatigue. Retrieved from: <https://stroymanager.livejournal.com/371392>
- Transportation system economy. Retrieved from: <https://mymaster.livejournal.com/307706.html>
- Економічна оцінка транспортної втоми. – Retrieved from: <http://surl.li/dcqjtj>
- Transportation to lay the "golden eggs". – Retrieved from: <https://rus.delfi.lv/archive/transport-nesuschij-zolotyeyajca.d?id=16787721&all=true>
- Dolya, V.K. (2015). Passenger transportation. *Kharkiv: Fort*, 504 p.
- Faletskaaya, G.I. (2014). The route choice probability in urban passenger transportation. *Municipal economy of cities, 81*, 316 – 321.
- Ponkratov, D.P., Falets'ka, G.I., & Pipiya, A.T. (2014). Selection of vehicles' passenger capacity on urban routes' operation. *Municipal economy of cities, 116*, 93 – 96.
- Hryhorova, T., Davidich, Yu., Dolya, V. (2015). Modeling of passengers' travel fatigue in suburban lines,

International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems, 1 (2), 47 – 50.

15. Hryhorova, T., Davidich, Yu., Dolya, V. (2015). Impact assessment of the transportation uncomfortable conditions on the change in passengers' travel fatigue, *Bulletin of NTU "KhPI"*, 11 (1120), 140 – 145.

16. Cibulka, J. (1983). Urban passenger transportation quality. *Prague: Znalost*, 237 p.

17. Jian, A., Nobuhiro, U., Yang X.G. (2011). Measurement of Travel Fatigue: Objective Monitoring and Subjective Estimation, *Journal of the Transportation Research Board*, 2216 (1), 157 – 164.

18. Mokhtarian, P.L., Papon, F., Goulard, M., & Diana, M. (2015). What makes travel pleasant and/or tiring? An investigation based on the French National Travel Survey. *Transportation*, 42 (6), 1103 – 1128.

19. Morris, E., & Guerra, E. (2015). Are we there yet? Trip duration and mood during travel. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 33, 38 – 47.

20. Adjirackor, T. (2015). Effects of Vehicular Traffic on Employee: A Case of Scancom Ghana Limited. *Elixir Human Resources Management*, 89, 36916 – 36924.

21. De Vos, J., Schwanen, T., Van Acker, V., Witlox, F. (2015). How satisfying is the scale for travel satisfaction? *Transport. Res. Part F: Traffic Psychol. Behav.* 29, 121 – 130.

22. De Vos, J., Mokhtarian, P.L., Schwanen, T., Van Acker, V., & Witlox, F. (2016). Travel mode choice and travel satisfaction: bridging the gap between decision utility and experienced utility. *Transportation* 43 (5), 771 – 796.

23. Ettema, D., Friman, M., Gärling, T., Olsson, L.E., & Fujii, S. (2012). How in-vehicle activities affect work commuters' satisfaction with public transport. *J. Transp. Geogr.* 24, 215 – 222.

24. Zinchenko, V. P., Leonova, A.B., Strelkov Yu.K. (1985). *The psychometric of fatigue.* London: Taylor & Francis, 116 p.

25. Davidich, Yu. O. (2010). Vehicles' timetable development in the passenger transportation organization. *Kharkiv: Kharkiv National Academy of Municipal Economy*, 345 p.

26. Mashino, M., Narita, T., Kato, H. (2015). A Study on Ride Comfort Control Method Using Heart Rate Variability in Consideration of the Physiological State. *Proc. Schl. Eng. Tokai Univ.*, 40, 83 – 88.

27. Koizumi, T., Tsujiuchi, N., Kondo, A. (2006). Evaluation of ride comfort by using brain waves. *Conference Proceedings of the Society for Experimental Mechanics Series.* Retrieved from: <http://toc.proceedings.com/00102webtoc.pdf>

28. Vetturi, D., Tiboni, M., Maternini, G. & Bonera, M. (2020). Use of eye tracking device to evaluate the driver's behaviour and the infrastructures quality in relation to road safety. *Transportation Research Procedia*, 45, 587 – 595.

29. Fukuda, S., Nojima, J., Motoki, Yu., Yamaguti, K., & (2016). A potential biomarker for fatigue: Oxidative stress and anti-oxidative activity. *Biological Psychology*, 118, 88 – 93.

30. Understanding the Modified Fatigue Impact Scale. – Retrieved from: <https://www.healthline.com/health/modified-fatigue-impact-scale>

31. Worm, M., Gielissen, M. Bloor, L., Laarhoven H., Van Engelen, B., Riel, P., Bleijenberg, G., Nikolaus, S., & Knoop, H. (2017). The assessment of fatigue: Psychometric qualities and norms for the Checklist individual strength. *Journal of Psychosomatic Research*, 98, 40 – 46.

32. Kopytkov, D., Samchuk, G. (2020). Statistical assessment of the questionnaire survey quality for transport fatigue in urban passenger transportation. *Municipal economy of cities, 6 (159)*, 147 – 152.

33. Laktionov, A.N., Lutsenko, E.L. (2006). Fundamentals of psychodiagnostics, psychometrics and testology. *Kharkiv: V.N. Karazin National University*, 64.

34. Nelesen R., Dar Ya., Thomas K., & Dimsdale J.E. (2008). The relationship between fatigue and cardiac functioning. *Arch. Intern. Med.*, 168(9). Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2633298/>
35. Conrad Stöppler M. Fatigue And Rapid Heart Rate (Pulse). – Retrieved from: https://www.medicinenet.com/fatigue_rapid_heart_rate/multisymptoms.htm
36. Heart Health: What Is a Healthy and Normal Heart Rate for My Age? – Retrieved from: https://www.onhealth.com/content/1/normal_healthy_heart_rate_charts_health_heart
37. Occupational fatigue pulse diagnosis. – Retrieved from: <https://www.trudcontrol.ru/press/publications/14962/pulsovsaya-diagnostika-professionalnogo-utomleniya>
38. Top 10 Best Heart Rate Apps in 2021. – Retrieved from: <https://www.affde.com/en/best-heart-rate-monitor-apps.html>
39. Straczekiewicz, M., James, P., Onnela, J-P. (2021). A systematic review of smartphone-based human activity recognition methods for health research. *NPJ Digital Medicine*, 4 (148). Retrieved from: <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00514-4>
40. Heart Rate Monitor. – Retrieved from: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.repsi.heartrate&hl=en_US&gl=US 31
41. Marmoza, A.T. (2013). *Statistics theory*. Kyiv: Educational Literature Center, 592.
42. Förster, E., Rönz, B. (1983). *Correlation and regression analysis methods*. Moscow: Finance and statistics, 303.

Рецензент: доктор техн. наук, проф. Ю.О. Давідіч, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

Автор: КОПИТКОВ Денис Михайлович
кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – kopytkov_dm@ukr.net
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7861-4836>

Автор: САМЧУК Ганна Олександрівна
кандидат технічних наук, старший викладач кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – ganna.samchuk@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9890-6374>

APPLICATION OF QUESTIONNAIRE AND INSTRUMENTAL METHODS FOR STUDYING THE FATIGUE OF URBAN TRANSPORTATION USERS

D. Kopytkov, G. Samchuk

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

Mass transit is the main component of an urban environment to determine both the pace of its development and the living standard of population. Along with the obvious advantages of urban transportation, there are also social negative effects, among which the losses from environmental and noise pollution, traffic accidents and travel fatigue should be taken into account. Unlike the first three undesired consequences, for which evaluation methods have been developed under existing conditions, travel fatigue demonstrates a poorly studied result of the urban transportation functioning. In the spheres of material and non-material production the negative social and economic travel fatigue results can be seen as a decrease in the work productivity and quality (increased product defects), increase in the level of industrial injuries, occupational diseases, adaptation time ("working-in") to the working environment and even as a workplace aggression. In everyday life, travel fatigue can be revealed as an apathy, inactivity, absent-mindedness, bad mood, memory impairment, and a decrease in the body's resistance to various diseases. Based on the techniques of travel fatigue studying, a questionnaire method has been presented and quantitatively estimated from the reliability and validity viewpoint by mathematical statistics. Reliability and validity valuation results indicated an acceptable correlation ratio (>0.8) to consider this approach as a measure of travel fatigue expressed as a passenger's adaptation time to workplace. The use of the "workplace adaptation time" indicator allows determining the travel fatigue regardless of the field of material or non-material production, to which passengers should be classified as employees. For the sampling volume of 80 observations, the average adaptation time is 18.2 minutes, which is statistically significant and non-random according to the t-statistics. The adaptation time value can be used to find economic losses of the travel fatigue and to select the type and number of fixed-route vehicles, traffic headways and other socially significant mass transit operation parameters which is the direction of further research. Promising aspects of the research are also improving the survey quality by increasing the sampling size and distributing the questionnaires in other cities to identify the stable trends in the passenger's travel fatigue formation.

Keywords: fatigue, questionnaire, reliability, validity, correlation coefficient, effect